



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09134726 A

(43) Date of publication of application: 20.05.97

(51) Int. Cl.

H01M 4/70

H01G 9/016

(21) Application number: 07288741

(71) Applicant: NGK INSULATORS LTD

(22) Date of filing: 07.11.95

(72) Inventor: NEMOTO HIROSHI

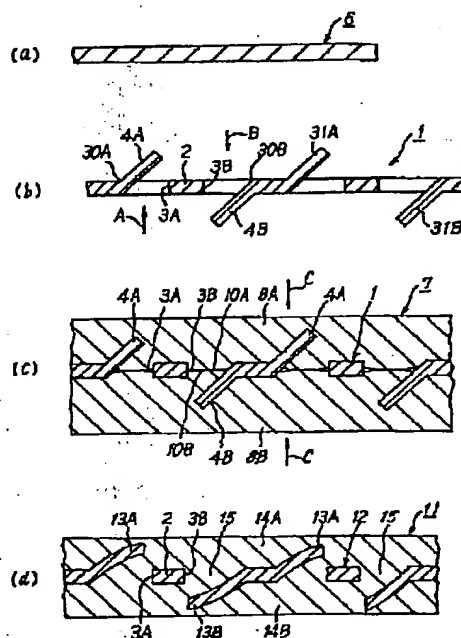
(54) COLLECTOR OF ELECTROCHEMICAL ELEMENT, AND MANUFACTURE OF ELECTROCHEMICAL ELEMENT AND COLLECTOR OF ELECTROCHEMICAL ELEMENT

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the capacity of an electrochemical element, and besides, to suppress the increase of the inner resistance.

SOLUTION: In a collector 1, a die-cutting mold is brought into fast contact with a metallic foil 6 in A direction, and is pressed. At this time, a fine hole 3A is made by performing the die cutting as to the side 31A, and a foil piece 4A is projected in A direction, and a projection 4 is made continuous with the body 2 of the metallic foil 6, at one side 30A of the end of the fine hole 3A. At the same time, the die-cutting mold is pressed, being pressure-bonded in B direction, so as to form a triangular fine hole 3B, and the foil piece 4B is projected in B direction, and the projection 4B is made continuous with the body 2, at one side 30B of one end of the fine hole 3B. Next, paste layers 8A and 8B are made on both sides of the collector 1, and are half dried to form an assembly 7. Pressure is applied to this assembly so as to manufacture an active member 11.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 1 3 4 7 2 6

(43) 公開日 平成 9 年 (1997) 5 月 20 日

(51) Int. Cl.[°]

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 M 4/70

H 0 1 M 4/70

A

H 0 1 G 9/016

H 0 1 G 9/00

3 0 1 F

審査請求 未請求 請求項の数 5

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平 7 - 2 8 8 7 4 1

(22) 出願日 平成 7 年 (1995) 11 月 7 日

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋瑞穂区須田町 2 番 56 号

(72) 発明者 根本 宏

愛知県名古屋瑞穂区須田町 2 番 56 号 日

本碍子株式会社内

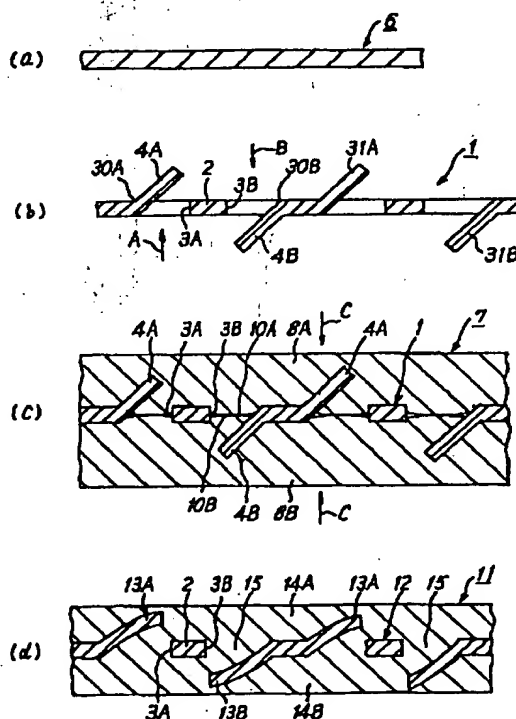
(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外 4 名)

(54) 【発明の名称】 電気化学素子の集電体、電気化学素子および電気化学素子の集電体の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 リチウムイオン電池や電気二重層キャパシター等の電気化学素子において、金属箔上に堆積され、保持されるべき活物質の重量を増大させ、電気化学素子の容量を増大させるのと共に、その内部抵抗の増大を抑制し、減少させる。

【解決手段】 電気化学素子の活物質を保持するための集電体 1 が金属箔 6 からなり、集電体 1 の両面に、金属箔からなる突起 4 A、4 B が形成されている。金属箔 6 の両面側から打ち抜き加工を行うことによって細孔 3 A、3 B を形成し、この際に細孔から打ち抜きによって除かれた箔片を、細孔の端部から突出させて、突起 4 A、4 B を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】電気化学素子の活物質を保持するための集電体であって、この集電体が金属箔からなり、前記集電体の両面に前記金属箔からなる突起が形成されていることを特徴とする、電気化学素子の集電体。

【請求項2】前記集電体に細孔が形成されていることを特徴とする、請求項1記載の電気化学素子の集電体。

【請求項3】前記突起に貫通孔が形成されていることを特徴とする、請求項1または2記載の電気化学素子の集電体。

【請求項4】請求項1記載の電気化学素子の集電体と、この集電体の両面にそれぞれ形成されている活物質層とからなる活性部材を備えていることを特徴とする、電気化学素子。

【請求項5】電気化学素子の活物質を保持するための集電体を製造する方法であって、金属箔の両面側から打ち抜き加工を行うことによって細孔を形成し、この際に前記細孔から打ち抜きによって除かれた箔片をこの細孔の端部から突出させて突起を形成することを特徴とする、電気化学素子の集電体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術分野】本発明は、充電と放電とが可能な二次電池や電気二重層キャパシター等の電気化学素子に好適な集電体、その製造方法およびこの集電体を使用した電気化学素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】現在使用されている二次電池のほとんどは、鉛蓄電池またはニッケル—カドミウム電池である。しかし、更に優れた二次電池を求めるニーズによって、種々の二次電池が開発されてきている。リチウムイオン電池は、現状では最高のエネルギー密度を与える二次電池として、携帯電話等に使用されている。また、電気二重層キャパシターは、半導体メモリーの補助電源として使用されている。更に、リチウムイオン電池は、他のコードレス機器の電源、電気自動車用電源、メモリーバックアップ用電源、電力貯蔵用電源、人工衛星用電源等の用途が考えられている。また、現在、有害な排気ガスを放出しない電気自動車など、比較的に大きな電力が必要な用途に対して、電力貯蔵量の大きな電池が求められているが、電気二重層キャパシターは、電気自動車の回生ブレーキのエネルギー蓄積素子として使用が検討されている。

【0003】リチウムイオン二次電池の正極板、負極板は、金属箔上に活性物質を含有する電極層を形成することによって作成しており、正極板と負極板との間にセパレータを介在させて積層体を製造し、この積層体を巻回させることによって巻回体を製造する。電気二重層キャパシターも、ほぼ同様の方法によって製造されている。この積層体の幅は例えば50mmであり、長さは例えば

1000~2000mm程度である。

【0004】リチウムイオン電池においてエネルギー密度を高めるためには、当然、正極と負極とにおける移動可能なリチウムイオンの量（即ち、活物質のmAh/g）を大きくする必要がある。また、電気二重層キャパシターにおいてエネルギー密度を高めるためには、活物質であるカーボンの単位重さあたりの蓄積エネルギーを大きくする必要がある。しかし、これに加えて、集電体である金属箔の両面に、可能な限り多量の活物質を堆積させることによって、電池やキャパシターの全重量に対する活物質の重量の比率を増大させることが有効である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】金属箔上に活物質を堆積させるためには、通常は、ペースト状の活物質を金属箔上にコーティングし、このコーティング膜を乾燥させて膜を形成している。このコーティングの方法は、例えば、特開平4-242071号公報に記載されている。しかし、金属箔上の活物質の堆積量を増大させるため

に、金属箔上にコーティングされた膜の厚さを大きくすると、ペーストを乾燥させた後に、ペーストと金属箔との熱膨張差などの原因によって、膜が金属箔から剥離して両者の接触が悪くなり、前記電池やキャパシターの内部抵抗が増大することが判明した。

【0006】本発明の課題は、リチウムイオン電池や電気二重層キャパシター等の電気化学素子において、金属箔上に堆積され、保持されるべき活物質の重量を増大させ、電気化学素子の容量を増大させるのと共に、その内部抵抗の増大を抑制し、または減少させることである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係る電気化学素子の集電体は、電気化学素子の活物質を保持するための集電体であって、この集電体が金属箔からなり、集電体の両面に金属箔からなる突起が形成されていることを特徴とする。

【0008】また、本発明は、電気化学素子の活物質を保持するための集電体を製造する方法であって、金属箔の両面側から打ち抜き加工を行うことによって細孔を形成し、この際に前記細孔から打ち抜きによって除かれた箔片をこの細孔の端部から突出させて突起を形成することを特徴とする、電気化学素子の集電体の製造方法に係るものである。

【0009】また、本発明は、前記の集電体と、この集電体の両面にそれぞれ形成されている活物質層とからなる活性部材を備えていることを特徴とする、電気化学素子に係るものである。

【0010】最初に、本発明を実現するために適用できる、電気化学素子の構成について説明する。

【0011】本発明における電気化学素子には、二次電池と、電気二重層コンデンサーとが含まれる。こうした

二次電池としては、ニッケル—カドミウム電池、ニッケル—鉄電池、ニッケル—亜鉛電池、酸化銀—カドミウム電池、亜鉛—塩素電池、ニッケル—水素電池、リチウム二次電池、リチウムポリマー電池、リチウム—硫化鉄電池を挙げることができる。

【0012】二次電池の場合には、活性部材として、正極側の活性部材と負極側の活性部材とが存在している。正極側の活性部材は、金属箔からなる集電体と、この両面上に形成された正極活性層とからなる。負極側の活性部材は、金属箔からなる集電体と、この両面上に形成された負極活性層とからなる。電気二重層キャパシターの場合には、活性部材は、金属箔からなる集電体と、この両面上に形成された活物質層からなる。

【0013】二次電池としては、特に、常温有機電解液型電池が好ましい。有機電解液の溶質としては、 LiPF_6 、 LiAsF_6 、 LiClO_4 、 LiBF_4 、 LiCF_3SO_3 、 LiSCN 、6フッ化リン酸リチウム等が用いられる。有機電解液の溶媒としては、ジメチルスルホキシド、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、スルホラン、ガンマーブチロラクトン、ガンマバレロラクトン、1、2-ジエトキシエタン、1、2-ジメトキシエタン、2-メチルテトラヒドロフラン、1、3-ジオキソラン、テトラヒドロフラン、1、2-ジブトキシエタン等が用いられる。有機電解液の添加剤としては、クラウンエーテル、ジグライム、THF、DMF、デカリン、パラフィン、ヘキサデカン等を例示できる。負極としても公知の物質を使用できるが、特に黒鉛ないしカーボンが好ましく、黒鉛化度の高い天然黒鉛やメソフェーズ小球体が好ましい。二次電池のセパレータの材質としては、ポリエチレン、ポリプロピレンが好ましい。

【0014】二次電池の場合には、金属箔の材質としては、特にアルミニウム、銅が好ましい。

【0015】更に好ましくは、本発明の二次電池は、正極活物質としてリチウム遷移金属酸化物を備えており、負極活物質としてカーボンを備えており、正極側の活性部材と負極側の活性部材との間を絶縁するための絶縁体として、前記したような多孔質セパレーターを備えており、更に前記したような有機電解液を備えている。この場合、正極用の集電体としてアルミニウム箔を使用することが好ましく、負極用の集電体として銅箔を使用することが好ましい。

【0016】電気二重層キャパシターにおいては、微粉砕した活性炭、バインダーおよび溶剤を混合したスラリーを金属箔上に塗布し、この塗布層を乾燥して活物質層を形成する。このバインダーとしてはポリビニルアルコール、カルボキシメチルセルロースを例示でき、溶剤としては水を例示できる。

【0017】電気二重層キャパシターにおいて集電体として使用する金属箔としては、特にアルミニウム箔、銅

箔が好ましい。

【0018】以下、本発明の課題解決手段について、更に詳細に説明する。本発明においては、集電体の両面に、金属箔からなる突起を形成し、この集電体に活物質層を形成している。活物質を含有するペーストからなる活物質層を集電体の表面に形成し、これを乾燥させたときに、前記の金属箔からなる突起の作用によって、集電体からの活物質層の剝離を抑制することができる。しかも、この突起は活物質層の厚さ方向へと向かって延びる傾向があり、かつ金属箔の導電率は、活物質の導電率よりも、通常5桁以上も大きいために、金属箔からなる突起によって、活性部材の全体の厚さ方向の内部抵抗を一層減少させることができる。

【0019】また、活物質層の乾燥後の厚さは、通常の電気化学素子においては、 $20 \sim 80 \mu\text{m}$ である。しかし、本発明によれば、活物質層の内部に、活物質層の厚さ方向へと向かって延びる金属箔片（突起）を内蔵させているので、この金属箔片の作用によって活物質層の厚さ方向の内部抵抗が著しく減少する。従って、活物質層の厚さを通常よりも厚くすることによって、電気化学素子の容量を増大させることが可能になった。

【0020】このためには、活物質層の乾燥後の厚さを $80 \mu\text{m}$ 以上とすることが好ましく、 $100 \mu\text{m}$ 以上とすることが一層好ましい。また、コーティング法によって活物質層を形成する場合には、一回のコーティングによって形成できる活物質層の厚さは通常 $20 \mu\text{m} \sim 80 \mu\text{m}$ 程度であるので、この場合には活物質層の乾燥後の厚さを $80 \mu\text{m}$ 以上、 $200 \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

【0021】また、活物質からなる層を押し出し成形法によって成形することができる。この場合には、押し出し成形用の口金の寸法を変更することによって、活物質層の厚さを自由に変更することができるので、前記したような製造上の制約はない。しかし、活物質層の厚さを $1000 \mu\text{m}$ 以下（特に好ましくは $200 \mu\text{m}$ 以下）とすることによって、その内部抵抗の増大による影響を抑制できるので、好ましい。

【0022】また、本発明においては、集電体の両面に活物質層を形成した後に、活物質層と集電体とからなるアセンブリを、その厚さ方向へと向かってプレスすることによって、集電体と活物質層との密着性を一層向上させることができる。本発明によれば、このプレスの際に、突起が変形し、この突起によって一層強固に活物質層が集電体に向かって結合される。

【0023】更に、集電体に細孔を形成することが好ましい。これによって、集電体上にペースト層を形成する際に、細孔の中にもペーストが進入するために、乾燥後の活物質層の集電体への接着力が一層高くなる。特に、活物質層と集電体とからなるアセンブリを、その厚さ方向へと向かってプレスすることによって、細孔中に進入

したペーストが互いに会合し、接着するために、より一層活物質層の集電体への接着力が向上する。

【0024】この場合に、突起の形状、寸法と細孔の形状および寸法とは、一致していても良いが、上記の作用効果を奏する上からは、一致する必要はない。

【0025】また、更に好ましくは、金属箔片からなる突起に貫通孔を形成する。この場合には、集電体上へのペースト層の形成工程および前記したプレス工程の際に、各突起の各貫通孔の中にもそれぞれペーストが進入し、この中で固定される。この突起および貫通孔の数はきわめて多く、しかも金属箔の重量は、電気化学素子の全体の重量から見てかなり多い。従って、金属箔の一部分を捨てて貫通孔を形成し、この各貫通孔の中に活物質を充填することによって、電気化学素子の全体に対する活物質の重量比率は著しく増大する。これと同時に、前記したように活物質の導電率に比べて金属箔の導電率は顕著に大きいので、金属箔片からなる突起の中に貫通孔を設けても、突起が有する活性部材の厚さ方向への集電体としての作用は損なわれない。

【0026】突起の形状および寸法は、特に限定はされない。しかし、突起の高さは、活物質層の乾燥後の厚さ以下とすることが好ましく、これによって、活物質層の表面から外部空間への突起の突出を防止することができる。また、前記した集電体としての作用を良好に発揮するためには、活物質層の乾燥後の厚さを1.0としたときの突起の高さを0.5~0.8とすることが特に好ましい。

【0027】また、突起の外周輪郭の形状は、三角形、U字形、T字形等とすることができ、打ち抜き用の型の形態を自由に変更できることから、特に制限はない。しかし、T字形、U字形とすると、集電体から活物質層が一層剥離しにくくなる。

【0028】リチウムイオン電池の場合には、金属箔の厚さは10~50 μ mとすることが好ましい。また、電気二重層キャパシターの場合には、金属箔の厚さは、10~50 μ mとすることが好ましい。

【0029】電気化学素子の活物質を保持するための集電体を製造する際には、金属箔を加工することによって、金属箔からなる突起を形成する。この際の突起の形成方法は、特に限定はされない。しかし、特に好ましくは、金属箔の両面側から打ち抜き加工を行うことによって細孔を形成し、この際に細孔から打ち抜きによって除かれた箔片を、この細孔の端部から突出させて突起を形成する。この際に、突起の内部に貫通孔を同時に打ち抜き加工によって形成することも可能である。

【0030】

【発明の実施形態】以下、図面を参照しつつ、本発明の各実施形態を更に詳細に説明する。図1は、本発明の好適な実施形態において使用する集電体1の一部分を拡大して示す斜視図であり、図2(a)は、金属箔6の一部

分を示す断面図であり、図2(b)は、図1の集電体1を示す断面図であり、図2(c)は、集電体1の両面上にペースト層をそれぞれ形成して得られたアセンブリ7を示す断面図であり、図2(d)は、図2(c)のアセンブリ7をプレス処理および乾燥処理して得られた活性部材11を示す断面図である。

【0031】まず金属箔6を準備する。次いで、図1および図2(b)に示す集電体1においては、平面的に見て三角形をした打ち抜き型を使用し、矢印Aの方向に打ち抜き型を金属箔6に圧着させてプレスを行う。この際、2つの辺31Aについては打ち抜きを行うが、一边30Aは打ち抜きを行わない。これによって、三角形の細孔3Aが形成され、箔片4Aが矢印A方向へと向かって突出し、細孔3Aの端部の一边30Aで突起4Aが金属箔の本体2と連続する。

【0032】また、これと同様に、平面的に見て三角形をした打ち抜き型を使用し、矢印Bの方向に打ち抜き型を圧着させてプレスを行う。この際、2つの辺31Bについては打ち抜きを行うが、一边30Bは打ち抜きを行わない。これによって、三角形の細孔3Bが形成され、箔片4Bが矢印B方向へと向かって突出し、細孔3Bの端部の一边30Bで突起4Bが金属箔の本体2と連続する。

【0033】この状態で、集電体1の両面上にペースト層8A、8Bを形成し、これを半乾燥することによって、アセンブリ7を作製する。この際には、集電体1の上にペースト層をコーティングによって形成することができる。また、活物質を含むペーストからなる層を押し出し成形法によって作製し、この層を集電体1の上に圧着させることもできる。この段階では、ペースト層8Aおよび8Bを構成するペーストが、細孔3Aの中に進入する。10A、10Bは、こうしたペーストの進入部分を示す。この進入部分10A、10Bは、互いにほぼ接触していることもあるが、この段階では、通常は互いに圧着されていない。

【0034】次いで、好ましくは、このアセンブリ7に対して、矢印Cで示すように厚さ方向に圧力を加えることによって、図2(d)に示す活性部材11を作製できる。活性部材11においては、各活物質層14A、14Bがそれぞれ圧縮され、気孔がなくなって密度が向上している。これと同時に、細孔3A、3Bの中に活物質が圧入され、密に充填される。15は、細孔3A、3Bを充填している活物質を示している。更に、プレス後の集電体12の突起4A、4Bは厚さ方向の圧力によって変形するが、この際に特に突起の先端の方が大きく変形するために、図2(d)に示すように、突起13A、13Bの先端の方が、金属箔の本体2に対して平行に近い方向に向かって変形する。これによって、各活物質層14A、14Bの本体2からの剥離が一層生じにくくなる。

【0035】また、図3は、本発明の他の好適な実施形

態において使用する集電体16の一部分を拡大して示す斜視図であり、図4(a)は、図3の集電体16を示す断面図であり、図4(b)は、集電体16の両面上にペースト層をそれぞれ形成して得られたアセンブリ20を示す断面図であり、図4(c)は、図4(b)のアセンブリ20をプレス処理して得られた活性部材21を示す断面図である。

【0036】本実施形態においては、平面的に見て外形が半円形をした打ち抜き型を使用し、図4(a)において矢印Aの方向に向かって、打ち抜き型を金属箔6に圧着させてプレスを行う。この際、打ち抜き型の形状のうち半円形の辺については打ち抜きを行うが、直線状の一边32Aは打ち抜きを行わない。これによって、半円形状の細孔17Aが形成され、箔片18Aが矢印A方向へと向かって突出し、細孔17Aの端部の一边32Aで、突起18Aが金属箔の本体2と連続する。各突起18Aにおいては、それぞれ半円形状の貫通孔19Aが形成されている。

【0037】また、これと同様に、平面的に見て外形が半円形をした打ち抜き型を使用し、図4(a)において矢印Bの方向に向かって、打ち抜き型を金属箔6に圧着させてプレスを行う。この際、直線状の一边32Bは打ち抜きを行わない。これによって、半円形状の細孔17Bが形成され、箔片18Bが矢印B方向へと向かって突出し、細孔17Bの端部の一边32Bで、突起18Bが金属箔の本体2と連続する。各突起18Bにおいては、それぞれ半円形状の貫通孔19Bが形成されている。

【0038】この状態で、集電体16の両面上にペースト層8A、8Bを形成し、これを乾燥することによって、アセンブリ20を作製する。この段階では、ペースト層8Aおよび8Bを構成するペーストが、細孔17A、17Bの中に進入する。10A、10Bは、こうしたペーストの進入部分を示す。これと同様に、各貫通孔の中にも、活物質を含むペーストが進入する。

【0039】次いで、好ましくは、このアセンブリ20に対して、矢印Cで示すように厚さ方向に圧力を加えることによって、図2(c)に示す活性部材21を作製できる。活性部材21においては、各活物質層14A、14Bがそれぞれ圧縮され、気孔がなくなって密度が向上している。

【0040】これと同時に、プレス後の集電体24の細孔17A、17Bの中に活物質が圧入され、密に充填される。15は、細孔17A、17Bを充填している活物質を示している。更に、突起18A、18Bは、厚さ方向の圧力によって変形するが、この際に特に突起の先端の方が大きく変形するために、突起22A、22Bの先端の方が、金属箔2に対して平行に近い方向に向かって変形し、これによって、各活物質層14A、14Bの金属箔の本体2からの剥離が一層生じにくくなる。

【0041】これと同時に、各突起22A、22Bの貫

通孔23A、23Bも変形し、これらの中に活物質が密に進入する。

【0042】

【実施例】以下、更に具体的な実験結果について述べる。

(電気二重層キャパシターの製造および内部抵抗の評価) 前記した手順に従って、電気二重層キャパシターを製造した。金属箔6としては、寸法6cm×6cm、厚さ50μmのアルミニウム箔を10枚準備した。ここで、本発明の実施例においては、金属箔6を打ち抜き加工することによって、図3および図4(a)に示す集電体16を作製した。各突起18A、18Bの高さは約300μmとし、寸法は約0.4mm×0.4mmとした。各突起の密度は、4個/mm²とした。また、比較例においては、上記の金属箔6を集電体としてそのまま使用した。

【0043】ヤシ殻活性炭粉末(クラレ株式会社製「PK」、平均粒径16.7μm、比表面積1470m²/グラム、活物質)と、導電材である粒状アセチレンブラック(電気化学工業社製、「電化ブラック」と、バインダーであるカルボキシメチルセルロース(ダイセル化学社製「1102」と、蒸留水とを、5:0.5:1:1の割合で混合し、ペーストを製造した。

【0044】このペーストを、前記した各集電体の両面にスクリーン印刷することによって、寸法5×5cm、厚さ約500μmのペースト層を形成した。この印刷に際しては、目開き500μmのスクリーンを使用した。このペースト層を30分間室温で半乾燥させてアセンブリを作製した。このアセンブリに対して、厚さ方向へと向かって100kg/cm²の圧力を加えて、ペースト層および金属箔をロールプレスすることによって、ペースト層の表面を平滑にした。この後、この全体を乾燥機中に収容し、130℃で12時間乾燥させ、各実施例および比較例の活性部材を作製した。

【0045】実施例および比較例の双方について、それぞれ2枚の活性部材を1組とし、キャパシターを5個作製した。セパレーターとしては、寸法6cm×6cmに切断したマニラ紙とガラス繊維との混抄紙(日本高度紙製「MMG」、1.75、75、ガラス繊維25%)を使用した。電解液には、濃度30%の硫酸水溶液を真空中にて含浸させた。

【0046】定電流0.1Aを合計10組の各試料に流し、0Vから0.5Vに達するまでの時間t(秒)からクーロン量Qを求め、Q=CVの式からキャパシタンスCを算出した。

【0047】また、インピーダンスアナライザー「YHP4192A」を使用し、交流1KHzで、内部抵抗を測定した。この測定の際には、キャパシターを構成する2枚の電極の密着性を良好にするために、テーブル上に置いた一対の金属箔の上に、寸法7×7cm、厚さ約3

mmのガラス板を載せ、更に50gの分銅を置いた。本発明の実施例によるキャパシタのキャパシタンスおよび内部抵抗を表1に示し、比較例によるキャパシタのキャパシタンスおよび内部抵抗を表2に示す。

【0048】

【表1】

キャパシタンス (F)	内部抵抗 (ミリオーム)
63	9
68	8
65	10
59	7
71	6

【0049】

【表2】

キャパシタンス (F)	内部抵抗 (ミリオーム)
57	18
55	20
58	22
57	14
56	17

【0050】このように、本発明に従うことによって、キャパシタンスが著しく大きくなっているが、これは逆U字形状の突起22A、22Bの貫通孔23A、23Bの中に、活物質を含むペーストがより多く充填されたからである。また、内部抵抗が顕著に減少しているのは、突起22A、22Bが集電体として機能したからであり、更には、活物質層と金属箔とを密着させるように働

いたからである。

【0051】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、リチウムイオン電池や電気二重層キャパシタ等の電気化学素子において、金属箔上に堆積され、保持されるべき活物質の重量を増大させ、電気化学素子の容量を増大させるのと共に、その内部抵抗の増大を抑制し、更には減少させることができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の好適な実施形態において使用する集電体1の一部分を拡大して示す斜視図である。

【図2】(a)は、金属箔6の一部分を示す断面図であり、(b)は、図1の集電体1を示す断面図であり、

(c)は、集電体1の両面上にペースト層をそれぞれ形成して得られたアセンブリ7を示す断面図であり、

(d)は、図2(c)のアセンブリ7をプレス処理して得られた活性部材11を示す断面図である。

【図3】本発明の他の好適な実施形態において使用する集電体16の一部分を拡大して示す斜視図である。

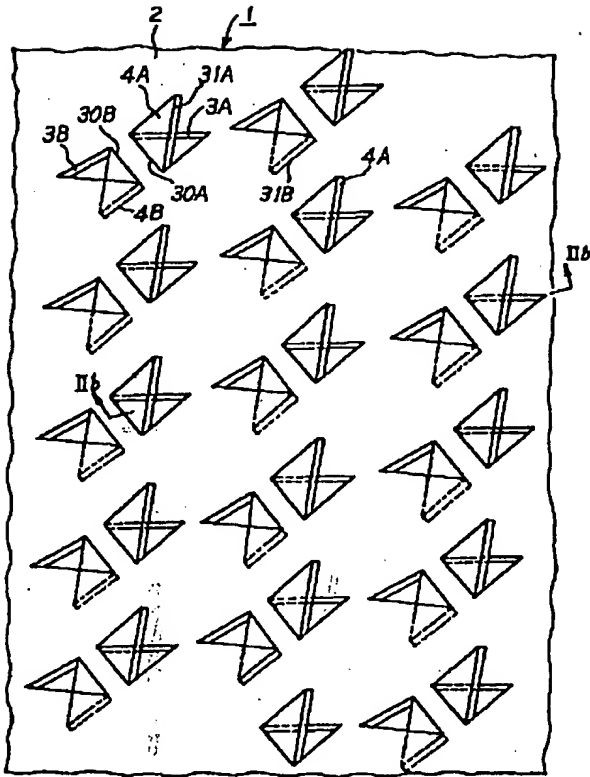
20 【図4】(a)は、図3の集電体16を示す断面図であり、(b)は、集電体16の両面上にペースト層をそれぞれ形成して得られたアセンブリ20を示す断面図であり、(c)は、図4(b)のアセンブリ20をプレス処理して得られた活性部材21を示す断面図である。

【符号の説明】

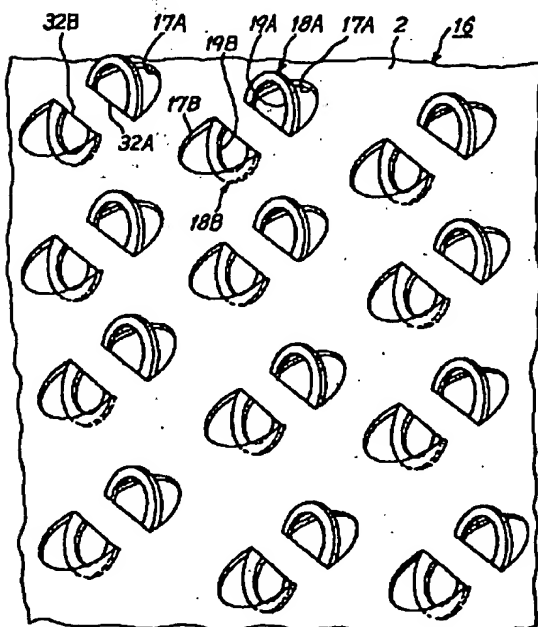
1、16 集電体 2 金属箔の本体 3A、3B 三角形の細孔 4A、4B 突起 6 金属箔 7 アセンブリ 8A、8B ペースト層

11 活性部材 12、24 プレス後の集電体 14A、14B 活物質層 17A、17B 半円形状の細孔 18A、18B 逆U字形状の突起 19A、19B 半円形状の貫通孔 30A、32A 打ち抜きを行わない辺

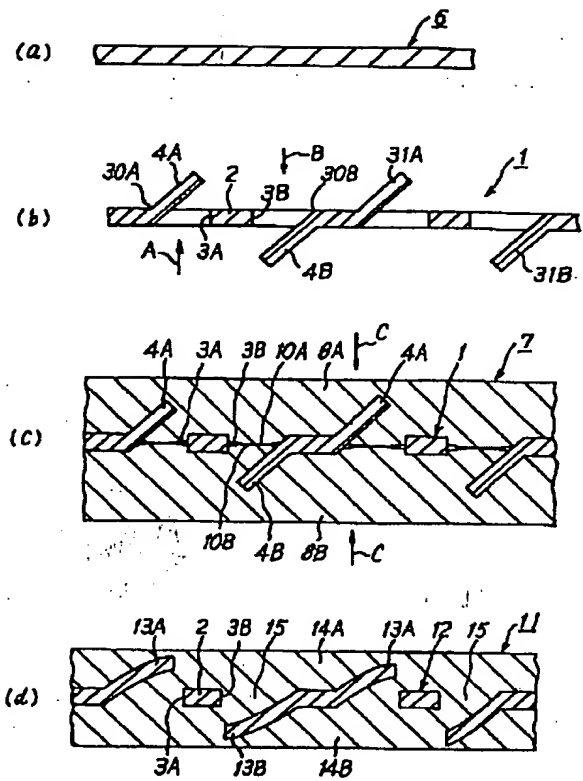
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

